

PERANCANGAN PENGENAL KATA DALAM AKSARA SUNDA MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI DAN LVQ BERBASIS PENGOLAHAN CITRA PADA ANDROID

DESIGN OF SUNDANESE SCRIPT WORDS RECOGNITION USING EDGE DETECTION AND LVQ METHOD BASED ON IMAGE PROCESSING ON ANDROID

Dea Delia Lestari¹

Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA²

Nur Andini, S.T., M.T³

^{[1],[2],[3]} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

^[1]deadelialestari@gmail.com, ^[2]bhidayat@telkomuniversity.ac.id, ^[3]nurandini@telkomuniversity.ac.id

.Abstrak

Setiap daerah mempunyai tulisan atau aksara yang khas dimana aksara tersebut berbeda antara daerah satu dengan yang lainnya. Namun seiring berkembangnya jaman, sedikit demi sedikit banyak orang yang melupakan tulisan daerahnya masing-masing. Aksara sunda sudah dinyatakan sebagai aksara asli yang dilindungi kelangsungannya dan wajib untuk dilestarikan. Pada tahun 1996 pemerintah daerah tingkat 1 Jawa Barat telah menetapkan sebuah peraturan yaitu Perda No.6 tentang pelestarian, pembinaan, dan pengembangan bahasa, sastra dan aksara sunda.

Melihat kondisi seperti ini, maka pada tugas akhir ini dirancang sebuah aplikasi yang dapat mempermudah pengenalan aksara sunda. Selain mempermudah pembelajaran, dengan belajar aksara sunda melalui aplikasi ini diharapkan aksara sunda dapat terus dilestarikan. Aplikasi ini dibuat untuk mengidentifikasi aksara sunda dengan menggunakan *software* Eclipse dan OS Android. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah deteksi tepi dan segmentasi untuk mendapatkan ciri dari sebuah kata dalam aksara sunda. Sedangkan untuk proses klasifikasi digunakan metode LVQ untuk pengidentifikasian aksara sunda.

Dari hasil pengujian terhadap 10 kata dalam aksara sunda pada citra tanpa *cropping background* diperoleh akurasi terbesar sistem bernilai 60,90% dengan jumlah data training 9 buah. Sedangkan pada citra yang dilakukan *cropping background* diperoleh tingkat akurasi tertinggi sebesar 61,53% dengan nilai *learning rate* 0,01 dan nilai *epoch* 100. Dan untuk mendeteksi 30 kata dalam aksara sunda didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 17,78% dengan nilai *learning rate* dan *epoch* yang sama.

Kata kunci: Aksara sunda, pengolahan citra, deteksi tepi, LVQ, android.

Abstract

Each area has a distinctive writing or script where the script is different from one region to another. But with a growing era, little by little, a lot of people forget about their respective writing regions. Sundanese script has been declared as protected by original lettel and required to preserve continuity. In 1996, the first level local government of West Java has enacted a law that regulation No.6 on the preservation, development, and the development of language, literature and sundanese script.

Seeing these condition, then this final project designed an application that can facilitate the introduction of sundanese script. In addition to ease of learning, the learning sundanese script through the application expected sundanese script can continue to be preserved. This application was made to identify the characters of sundanese script using eclipse software and the android OS. The method that used in this final project is edge detection and segmentation to get feature form a sundanese scrip word. While fot classification process used LVQ method for sundanese script identify.

From the testing results of the 10 words in Sundanese script without cropping background image obtained accuracy of the system's most valued 60.90% with the number of training data is 9 pieces. While the image with cropping the background obtained the highest accuracy rate of 61.53% with a value of learning rate is 0.01 and epoch 100. And for the detection of 30 words in Sundanese script obtained the value of the highest accuracy of 17.78% with the same value of learning rate and epoch.

Keywords: Sundanese script, image processing, edge detection, LVQ, android.

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan dan memiliki beribu-ribu warisan budaya yang tersebar di seluruh penjuru nusantara. Diantara banyaknya warisan budaya tersebut adalah karakter atau tulisan asli berbagai daerah yang termasuk di dalam kategori Aksara Nusantara. Secara garis besar aksara nusantara dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok besar diantaranya Aksara Hanacaraka (ada di Jawa, Sunda dan Bali), Aksara Batak (ada di Toba, Simalungun, Karo), Aksara Ulu (ada di Kerinci, Rejang, Lampung, Serawi) dan Aksara Filipina (Tagalog, Tagbanwa, Mangyan).

Pengenalan huruf atau tulisan tangan merupakan salah satu bidang pengenalan pola yang telah memberikan kontribusi yang cukup besar bagi kemajuan perkembangan teknologi, dan akan lebih bermanfaat untuk menghubungkan antara manusia dan komputer yang bisa diterapkan pada berbagai bidang aplikasi. Penelitian di bidang pengenalan tulisan tangan sampai saat ini masih menjadi hal yang menarik untuk dilakukan. Terbukti masih banyak penelitian yang membahas hal tersebut tak terkecuali yang dilakukan oleh Cheriet *et al* (2007); Eberhart dan Shi (2007); Njah *et al* (2007) yang melakukan penelitian tentang pengenalan tulisan tangan dan pengenalan huruf.

Maka, dalam tugas akhir ini dirancang sebuah aplikasi yang dapat mendeteksi atau mengenali aksara sunda berbasis pengolahan citra pada android. Tujuan dari dibuatnya sistem ini dapat dirinci sebagai berikut: Merancang sistem pengenalan tulisan aksara sunda menggunakan metode deteksi tepi dan LVQ berbasis pengolahan citra. Mengimplementasikan rancangan pengenalan aksara sunda pada android. Melakukan analisis sistem pengenalan aksara sunda berdasarkan tingkat akurasi sistem.

Identifikasi masalah yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah: Bagaimana merancang aplikasi pengenalan tulisan aksara sunda dengan menggunakan metode deteksi tepi dan LVQ berbasis pengolahan citra pada android? Bagaimana tingkat akurasi yang dihasilkan oleh sistem dalam mengenali tulisan tangan aksara sunda? Bagaimana kinerja sistem ditinjau dari parameter MOS?

Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah deteksi tepi. Metode deteksi tepi ini akan menandai bagian dari gambar aksara sunda yang menjadi detail citra. Hasilnya akan disegmentasi dan akan menghasilkan nilai-nilai piksel yang kemudian dijadikan ciri suatu aksara sunda. Kemudian ciri tersebut akan diklasifikasi menggunakan metode LVQ. Hasil pengujian sistem terhadap aksara sunda tersebut akan dianalisis berdasarkan kinerja tingkat akurasi sistem.

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah: Study Literatur: Tahap pertama yang dilakukan adalah *study literature*, dengan mempelajari permasalahan yang berkaitan dengan sistem pengenalan image processing. Proses pembelajaran materi dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan tugas akhir dari berbagai sumber pustaka baik berupa buku, maupun jurnal ilmiah agar mendapatkan informasi yang jelas dan dapat mendukung pembuatan dasar teori yang kuat serta metode yang akan digunakan dalam pelaksanaannya. Tahap kedua yang dilakukan adalah mendesain perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai pengenalan aksara sunda. Desain tersebut dirancang dan dibuat dalam perangkat lunak yang disebut Eclipse. Setelah desain selesai, pada tahap selanjutnya dilakukan pengumpulan aksara sunda yang berupa kata untuk diakuisisi menggunakan kamera *handphone*. Citra yang telah diambil tersebut akan proses dan dimasukkan sebagai bobot di *database*. Implementasi Sistem: Tahap ketiga adalah Implementasi Sistem, meliputi pembuatan sistem yang telah dirancang dan didesain pada tahap sebelumnya. Ditahapan ini di implementasikan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya menjadi sistem sebenarnya dengan menggunakan Eclipse dan di install pada android. Pengujian dan Analisis Hasil: Tahap keempat adalah pengujian dan analisis hasil, pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang dan dibentuk, kemudian dilakukan analisis terhadap sistem berdasarkan output yang dihasilkan dari sistem tersebut. Output dari sistem ini dianalisis keakurasiannya. Penyusunan Laporan: Tahap terakhir yang dilakukan adalah penyusunan laporan, disini dilakukan penyusunan laporan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan membuat kesimpulan dan saran-saran untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya.

II. DASAR TEORI & METODOLOGI

A. Aksara sunda

Pada akhir abad XIX sampai pertengahan abad XX, para peneliti berkebangsaan asing dan bumiputera mulai meneliti keberadaan prasasti-prasasti dan naskah-naskah tua yang menggunakan Aksara Sunda. Berdasarkan atas penelitian-penelitian sebelumnya, pada akhir abad XX mulai timbul kesadaran akan adanya sebuah Aksara Sunda yang merupakan identitas khas masyarakat Sunda. Oleh karena itu Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat menetapkan Perda No. 6 Tahun 1996 tentang Pelestarian, Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, Sastra dan Aksara Sunda yang sekarang telah digantikan oleh Perda No. 5 Tahun 2003 tentang Pemeliharaan Bahasa, Sastra dan Aksara Daerah.

Saat ini Aksara Sunda Baku mulai diperkenalkan kepada umum antara lain melalui beberapa acara kebudayaan daerah yang diadakan di Bandung. Selain itu, Aksara Sunda Baku juga digunakan pada papan nama Museum Sri Baduga, Kantor Dinas Pariwisata Kota Bandung dan papan nama jalan-jalan utama di Kota Bandung.



Gambar 1. Aksara Sunda Ngalagena (Huruf Konsonan)

B. Pre-processing

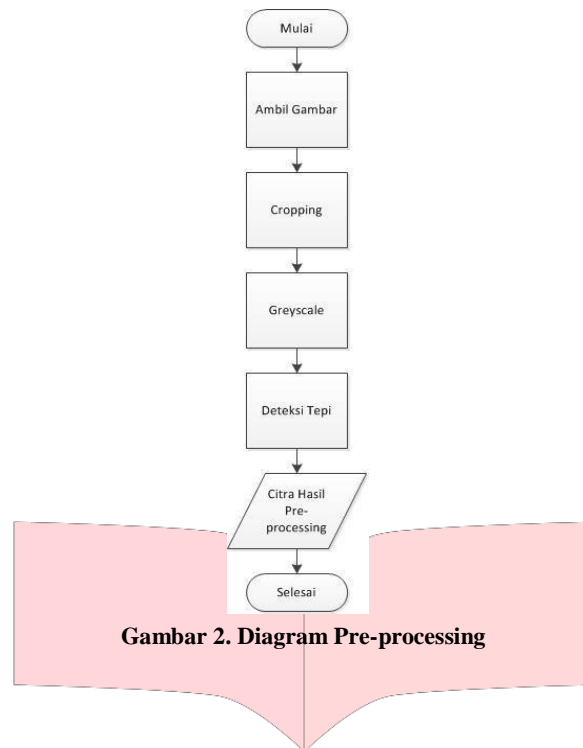
Pre-processing merupakan sebuah proses awal yang dilakukan pada suatu citra digital sebelum dilakukan pemrosesan citra selanjutnya. Tujuan dari *pre-processing* adalah untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan yang diperoleh. Berikut tahap-tahap *pre-processing* yang dilakukan pada tugas akhir ini, yaitu :

1. Dilakukan proses *cropping* untuk mengidentifikasi kata yang akan dideteksi. Dalam hal ini sistem *cropping* telah diatur dengan perbandingan 3:1.
2. Dilakukan proses konversi citra berwarna atau RGB ke citra *greyscale*. Pada proses ini dilakukan perubahan dari tiga layer warna menjadi satu layer sehingga mudah untuk diproses selanjutnya.
3. Dilakukan deteksi tepi Sobel yaitu dengan cara mengkonvolusi nilai citra dengan kernel yang digunakan pada deteksi tepi Sobel secara vertikal maupun horisontal. Setelah itu nilai tersebut digabungkan menggunakan persamaan (2.1) sehingga didapatkan nilai citra yang baru.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2.1)$$

Dimana :

- a) G = Nilai hasil deteksi tepi
- b) G_x = Nilai hasil konvolusi secara vertikal
- c) G_y = Nilai hasil konvolusi secara horizontal

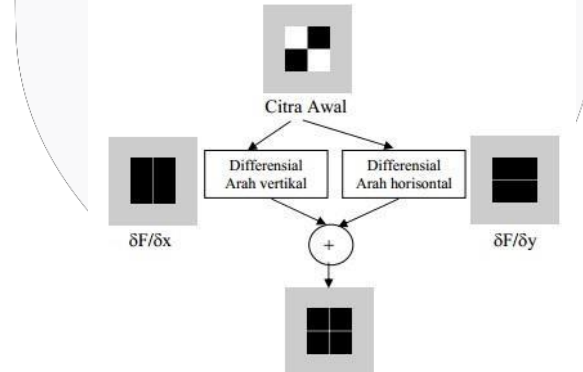


C. *Edge Detection*

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari objek-objek citra, tujuannya adalah:

- Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra
- Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena eror atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar berikut ini memperlihatkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 3. Proses deteksi tepi citra

Deteksi tepi memiliki berbagai macam metode yang dapat digunakan. Metode yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah Metode Sobel. Kernel filter yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah :

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \end{bmatrix} \quad (2.2) \quad \text{dan} \quad V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

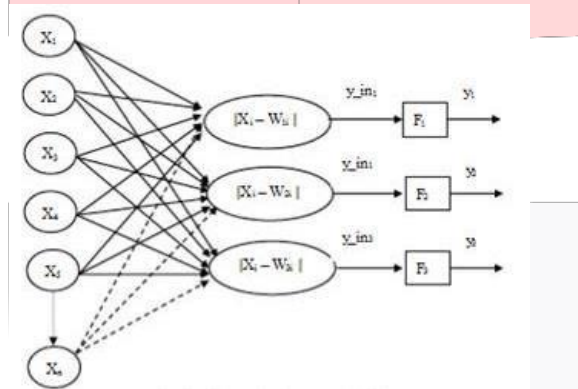
D. Segmentation

Ekstraksi ciri merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Proses ini merupakan salah satu tahap yang penting dalam mendeteksi citra. Melalui ekstraksi ciri akan diperoleh informasi-informasi penting dari citra aksara sunda yang dapat membedakan satu kata dengan kata lainnya. Pada tugas akhir ini ekstraksi ciri dilakukan dengan cara segmentasi. Citra latih dan citra uji akan disegmentasi menjadi 4 bagian sama besar. Setelah dilakukan segmentasi akan dilakukan pengecekan pada setiap piksel aksara sunda pada citra latih dan citra uji. Setiap piksel hitam pada citra yang ditemukan tersebut akan dijumlahkan. Pada proses *training*, nilai penjumlahan piksel hitam pada tiap citra akan disimpan sebagai bobot akhir atau dari citra tersebut. Sedangkan pada proses *testing*, jumlah piksel hitam yang ditemukan tersebut akan dicocokkan dengan bobot akhir yang telah tersimpan di *database*.

E. Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah sebuah metode klasifikasi dimana setiap unit output mempresentasikan sebuah kelas. LVQ digunakan untuk pengelompokkan dimana jumlah kelompok sudah ditentukan arsitekturnya (target/kelas sudah ditentukan).

LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang didapat sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor input. Jika vektor input mendekati sama maka lapisan kompetitif akan mengklasifikasikan kedua vektor input tersebut kedalam kelas yang sama.



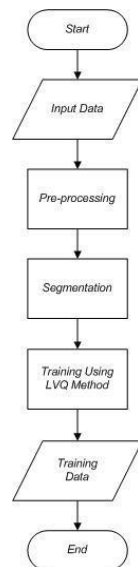
Gambar 4. Arsitektur Jaringan LVQ

Dengan :

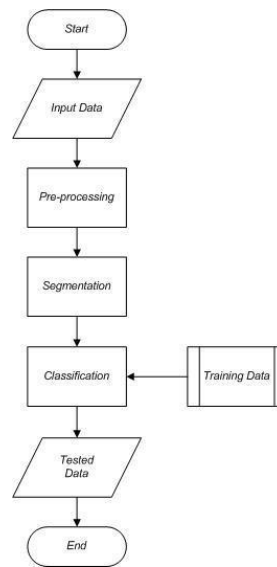
- X_1 sampai X_n = nilai input
- $|X_i - W_i|$ sampai $|X_n - W_n|$ = jarak bobot
- F_1 sampai F_n = lapisan output
- y_1 sampai y_n = nilai output
- n = jumlah kata (jumlah kelas)

F. Procedure

Gambaran cara kerja sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada diagram alir 5. Diagram alir tersebut merupakan gambaran sistem pada tahap pengujian, dimana citra input akan melalui berbagai proses hingga akhirnya pada tahap klasifikasi dengan menggunakan metode LVQ akan diidentifikasi apakah input tersebut sesuai dengan database yang ada. Citra tersebut akan *dimatching* dengan database yang sudah ada.



Gambar 5a. Flowchart Data Latih



Gambar 5b. Flowchart Data Uji

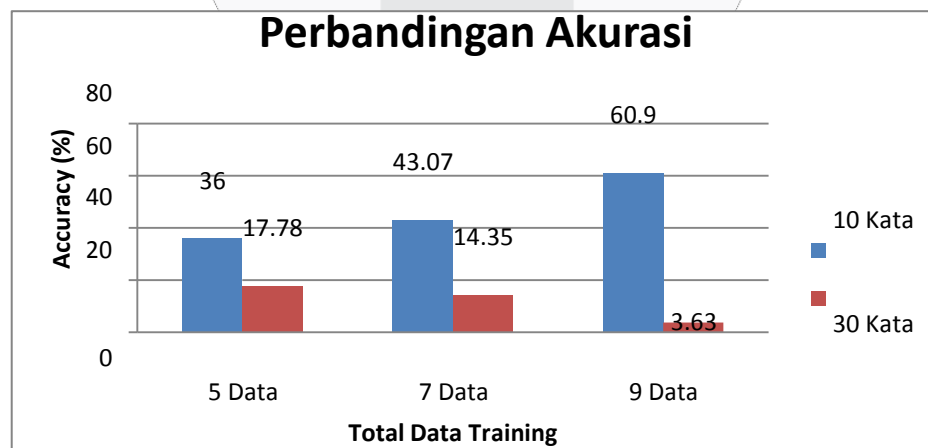
G. Evaluation Criteria

Dalam pengujian sistem ini, diberikan 3 buah skenario terhadap sistem untuk dapat melihat keakuratan kinerja sistem, yaitu: Menguji 10 kata dan 30 kata aksara sunda dengan menggunakan jumlah data *training* 5, 7, dan 9 buah, Menguji 10 kata dan 30 kata aksara sunda dengan menggunakan nilai *epoch* 100, 250 dan 500, dan yang terakhir membandingkan pengujian sistem terhadap 10 kata aksara sunda pada citra yang dilakukan *cropping background* dan tanpa *cropping background* dengan nilai *learning rate* 0.01, 0.1, dan 0.5.

III. ANALISIS

A. Analisis Pengaruh Jumlah Data *Training* Terhadap Tingkat Akurasi Sistem

Pengujian ini akan membandingkan hasil uji terhadap 10 kata aksara sunda dengan 30 kata aksara sunda menggunakan jumlah data *training* yang berbeda.

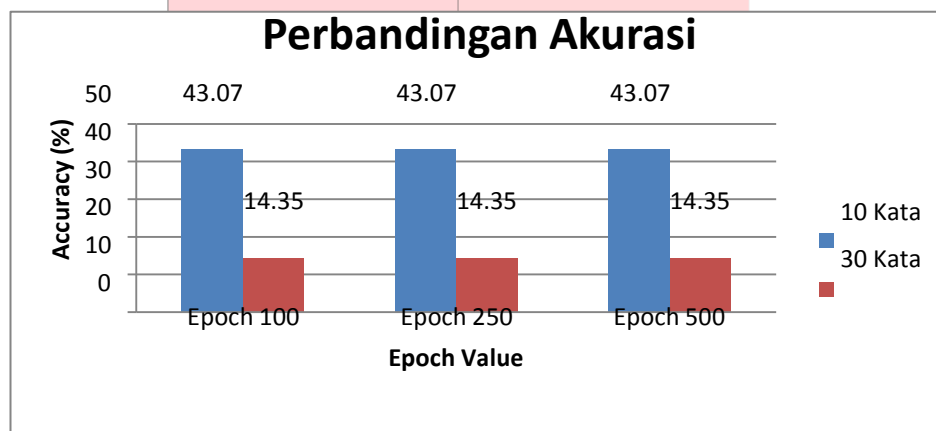
Gambar 6. Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi Sistem Terhadap Perubahan Jumlah Data *Training*

Grafik diatas merupakan perbandingan hasil pengujian 10 kata dan 30 kata dengan jumlah data *training* yang berbeda. Hasil pengujian sistem pada 10 kata dengan jumlah data *training* yang berbeda

didapatkan nilai akurasi terbaik sebesar 60,90% pada total jumlah data *training* sebanyak 9 data, dari hasil tersebut dapat disimpulkan pada pengujian terhadap 10 kata semakin banyak jumlah data *training* maka semakin besar tingkat akurasi sistem. Sedangkan hasil pengujian sistem pada 30 kata dengan jumlah data *training* yang berbeda justru mendapatkan hasil yang sebaliknya. Pada pengujian terhadap 30 kata semakin banyak jumlah data *training* maka semakin kecil tingkat akurasi sistem. Hal ini dikarenakan metode LVQ merupakan metode klasifikasi yang membandingkan bobot awal tiap kelas ke semua data selain bobot awal tiap kelas. Sehingga semakin banyak membandingkan dan menetapkan bobot semakin banyak juga kemungkinan terjadinya *error* karena terdapat kemiripan antara bobot satu kelas dengan kelas lainnya. Maka dari itu pada dasarnya metode LVQ kurang cocok digunakan untuk pengklasifikasian sistem yang memiliki banyak kelas.

B. Analisis Pengaruh Perubahan Nilai *Epoch* Terhadap Tingkat Akurasi Sistem

Pengujian dengan 3 perbedaan nilai *epoch* dilakukan terhadap 10 kata dan 30 kata aksara sunda untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan nilai *epoch* yang telah ditentukan sebagai masukan sistem terhadap tingkat akurasi sistem.

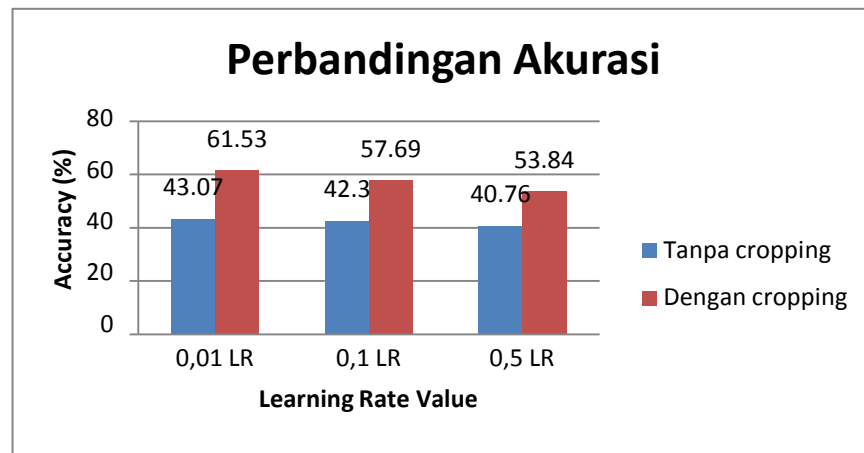


Gambar 7. Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi Sistem Terhadap Perubahan Nilai *Epoch*

Grafik diatas merupakan presentasi hasil pengujian dan perbandingan tingkat akurasi sistem dengan nilai *epoch* yang berbeda. Dari hasil pengujian sistem dengan nilai *epoch* yang berbeda dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai *epoch* tidak berpengaruh terhadap hasil deteksi maupun akurasi sistem. Dengan menggunakan jumlah data *training* sebanyak 7 data dan nilai *learning rate* sebesar 0,01 didapatkan akurasi sistem sebesar 43,07% pada pengujian terhadap 10 kata aksara sunda, sedangkan pada pengujian terhadap 30 kata didapatkan akurasi sistem sebesar 14,35%.

C. Analisis Pengaruh Perubahan Nilai *Learning Rate* Terhadap Tingkat Akurasi Sistem

Pengujian dengan 3 perbedaan nilai *learning rate* dilakukan terhadap 10 kata aksara sunda dengan citra yang dilakukan *cropping background* dan citra tanpa *cropping background* untuk mengetahui bagaimana pengaruh proses *cropping background* dan perubahan nilai *learning rate* yang telah ditentukan sebagai masukan sistem terhadap tingkat akurasi sistem.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi Sistem Terhadap Perubahan Nilai *Learning Rate*

Gambar diatas merupakan grafik perbandingan tingkat akurasi sistem dengan nilai *learning rate* yang berbeda. *Learning Rate* merupakan laju pembelajaran, dimana semakin besar nilai *learning rate* akan berimplikasi pada besarnya langkah pembelajaran. Nilai *learning rate* juga berdampak pada hasil klasifikasi. Apabila nilai *learning rate* besar maka proses *training* lebih cepat, tetapi *error* klasifikasi menjadi besar. Sebaliknya, jika nilai *learning rate* kecil hasil klasifikasi memiliki hasil akurasi yang lebih baik tetapi proses *training* membutuhkan waktu yang lebih lama. Dari hasil pengujian sistem dengan nilai *learning rate* yang berbeda diperoleh akurasi terbesar pada citra tanpa *cropping* sebesar 43,07% pada nilai *learning rate* 0,01. Sedangkan pada citra dengan *cropping background* diperoleh tingkat akurasi terbesar bernilai 61,35% pada saat *learning rate* 0,01. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa proses *cropping background* diperlukan agar keakuratan sistem meningkat, serta semakin besar nilai *learning rate* maka semakin kecil akurasinya.

D. Hasil Pengujian Berdasarkan Mean Opinion Score (MOS)

Pengujian yang dilakukan dalam tugas akhir ini tidak hanya pengujian yang bersifat objektif, oleh karena itu penulis juga melakukan pengujian secara subjektif dengan meminta opini dari sejumlah pengamat menggunakan MOS. Pengamat diminta untuk mencoba mencoba dan menggunakan program yang telah dibuat dan diberikan beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan program tersebut. Dalam pengujian ini melibatkan 30 orang sebagai pengamat yang dipilih secara acak, baik dari mahasiswa maupun beberapa warga sekitar.

Berikut adalah hasil pengujian berdasarkan MOS :

Tabel 3.1 Pengujian berdasarkan Mean Opinion Score (MOS)

No.	Penilaian	Total	Rata-rata
1	Bagaimana tampilan utama sistem?	148	4.93
2	Apakah sistem mudah digunakan?	125	4.17
3	Bagaimana kegunaan sistem menurut pengguna?	102	3.40
4	Bagaimana performansi waktu proses <i>recognition</i> sistem?	143	4.77
5	Apakah sistem <i>user friendly</i> ?	128	4.27

Berdasarkan data diatas, terlihat bahwa hasil yang diperoleh dari 30 responden atau pengamat menunjukkan bahwa sistem cukup baik dan layak digunakan, terbukti dengan nilai MOS yang diperoleh memiliki nilai rata-rata diatas 4. Hanya saja pada penilaian mengenai kegunaan sistem memiliki nilai dibawah 4, hal ini dikarenakan sistem hanya mampu mendeteksi kata berupa tulisan tangan saja dan belum dapat diaplikasikan pada aksara sunda yang bukan berupa tulisan tangan.

IV. KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap aplikasi pengenalan aksara sunda berupa kata yang ditulis tangan dengan menggunakan metode klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dari variasi jumlah data *training* didapatkan bahwa pada pengujian terhadap 10 kata aksara sunda tingkat akurasi sistem paling tinggi sebesar 60,90%. Sedangkan pada pengujian terhadap 30 kata aksara sunda didapatkan tingkat akurasi paling tinggi sebesar 17,78%.
- b. Dari variasi nilai epoch didapatkan bahwa nilai epoch tidak berpengaruh pada akurasi sistem. Sistem mampu mengenali tulisan tangan aksara sunda dengan akurasi terbaik sebesar 43,07%.
- c. Dari variasi nilai learning rate didapatkan bahwa semakin kecil nilai learning rate maka semakin besar pula akurasinya. Didapatkan akurasi terbesar saat *learning rate* bernilai 0,01 yaitu sebesar 43,07% pada citra tanpa *cropping background* dan 61,53% pada citra dengan *cropping background*.
- d. Dengan melakukan *cropping background* sistem menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan pengujian yang dilakukan tanpa *cropping background*.
- e. Performansi sistem cukup baik dan sistem layak digunakan, terbukti dari hasil penilaian berdasarkan MOS yang memiliki nilai rata-rata 4.
- f. Sistem belum dapat mengenali aksara sunda dengan baik terutama jika terdapat banyak kelas.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis apabila penelitian ini dapat dikembangkan, yaitu:

- a. Mengubah atau menambahkan metode lain pada proses ekstraksi ciri agar ciri yang didapatkan bisa lebih akurat.
- b. Membuat sistem tidak hanya dapat mendeteksi tulisan tangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Najwa, Alfa. Versi dan Tingkat Android. <http://siandroid.blogspot.com>. [Akses tanggal 24 April 2014].
- [2] Putra, Darma. (2010). *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [3] Rino. (2011). *Perancangan dan Implementasi Sistem Presensi Berdasarkan Karakteristik Wajah Via Webcam berbasis Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*, Bandung: Tugas Akhir ITTelkom.
- [4] Riyanto. Deteksi Tepi (*Edge Detection*). <http://lecturer.eepis-its.edu>. [Akses tanggal 16 Mei 2014].
- [5] Sutoyo, T; Mulyanto, Edy; Suhartono, Vincent; Nurhayati, Oky Dwi; Wijanarto. *Teori Pengolahan Citra Digital*, Semarang: Penerbit Andi.
- [6] Moriss, Tim. 2004. *Computer Vison and Image Processing*. New York L: Palgrave Macmillan.
- [7] Munir, Rinaldi. Pengolahan citra digital. <http://stei.itb.ac.id>. [Akses tanggal 27 April 2014].